

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 1 月 15 日 (15.01.2004)

PCT

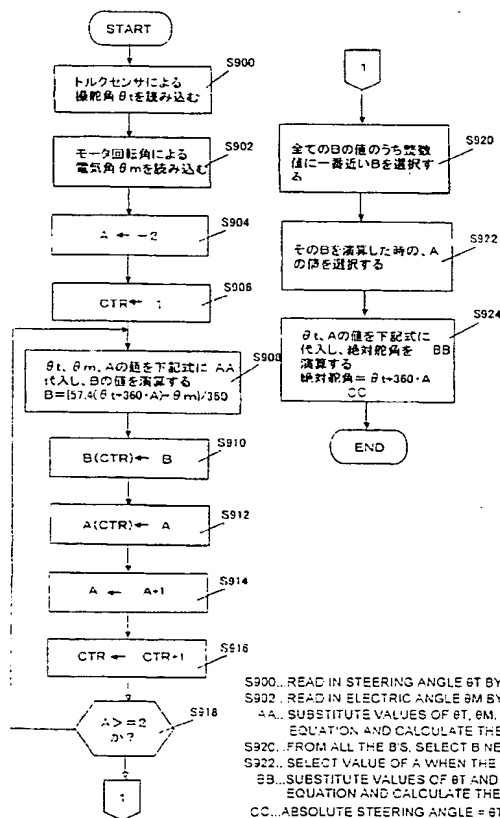
(10) 国際公開番号  
WO 2004/005843 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01B 7/30, G01L 3/10, B62D 5/04 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008511 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 裏 則 岳  
(22) 国際出願日: 2003 年 7 月 4 日 (04.07.2003) (URA, Noritake) [JP/JP]; 〒448-8652 愛知県 刈谷市 朝  
日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内 Aichi (JP).  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 小林 脩 (KOBAYASHI, Osamu); 〒456-0002 愛  
(26) 国際公開の言語: 日本語 知県 名古屋市 熱田区 金山町一丁目 1 9 番 1 3 号 川  
島ビル 2 階 Aichi (JP).  
(30) 優先権データ: 特願2002-196131 2002 年 7 月 4 日 (04.07.2002) JP (81) 指定国 (国内): US.  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 豊田工機株式会社 (TOYODA KOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒448-8652 愛知県 刈谷市 朝日町 1 丁目 1 番  
地 Aichi (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

/ 続葉有 /

(54) Title: ABSOLUTE STEERING ANGLE DETECTION DEVICE AND ABSOLUTE STEERING ANGLE DETECTION METHOD FOR ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置及び絶対舵角検出方法



(57) Abstract: In S900, a steering angle  $\theta_t$  by a torque sensor is read in. Next, in S902, an electric angle  $\theta_m$  by a motor rotation angle is read in. In S908 to S922m the rpm of the motor is calculated by using the  $\theta_t$ ,  $\theta_m$ , and the sheering wheel rpm. Among all the motor rpm's calculated, a motor rpm nearest to an integer value is used to obtain a correct steering wheel rpm. From the obtained steering wheel rpm and the steering angle  $\theta_t$  by the torque sensor, an absolute steering angle is calculated which is not affected by various errors.

(57) 要約: S900で、トルクセンサによる操舵角  $\theta_t$  を読み込む。次に、S902で、モータ回転角による電気角  $\theta_m$  を読み込む。S908からS922で、 $\theta_t$ 、 $\theta_m$ 、ハンドルの回転数より、モータ回転数を求め、求めた全てのモータ回転数の中で整数値に一番近いモータ回転数から正しいハンドルの回転数を求める。そして、求めたハンドルの回転数とトルクセンサによる操舵角  $\theta_t$  より各種誤差に影響されない絶対舵角が求められる。

S900... READ IN STEERING ANGLE  $\theta_t$  BY TORQUE SENSOR  
S902... READ IN ELECTRIC ANGLE  $\theta_m$  BY MOTOR ROTATION ANGLE  
AA... SUBSTITUTE VALUES OF  $\theta_t$ ,  $\theta_m$ , AND A IN THE FOLLOWING EQUATION AND CALCULATE THE VALUE OF B  
S920... FROM ALL THE B'S, SELECT B NEAREST TO INTEGER VALUE  
S922... SELECT VALUE OF A WHEN THE B IS CALCULATED  
SB... SUBSTITUTE VALUES OF  $\theta_t$  AND A IN THE FOLLOWING EQUATION AND CALCULATE THE ABSOLUTE STEERING ANGLE  
CC... ABSOLUTE STEERING ANGLE =  $\theta_t - 360 \cdot A$   
S918... A >= 2?

WO 2004/005843 A1



添付公開書類:

一 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置及び絶対舵角検出方法

## 技術分野

本発明は、1回転以上の多回転を行なう多回転体、特にステアリングホイールの絶対舵角を検出するための電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置及び絶対舵角検出方法に関するものである。

## 背景技術

従来、ステアリングホイール（以下、ハンドルという）の操舵力を軽減させるために、操舵系に電動モータによるアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置が知られている。この電動パワーステアリング装置における様々な制御において、1回転以上の有限回転数内で回転する前記ハンドルの絶対舵角（中立位置から何度にあるかを示す位置）が利用される。なお、前記中立位置とは、車両が直進するようにタイヤが操舵された際のハンドルの位置である。

ハンドルの絶対舵角を検出するセンサとしては、回転角センサが一般的に知られている。この回転角センサはハンドルと一体回転するように設けられた多数のスリットを有するスリット板と、ステアリングコラムに固定状態に設けられた3組のフォトインタラプタとから構成されている。

3組のフォトインタラプタのうちの2組のフォトインタラプタは前記スリット板の回転量と回転方向を検出するためのものであり、残りの1組のフォトインタラプタはハンドルの1回転中での中立位置を検出する

ためのものである。これらからの出力信号は車両の制御に使用される。

前記ハンドルの回転操作可能な範囲は、一般に1回転（360度）以内ではなく、中立位置を中心として、例えば左方向に2回転（720度）および右方向に2回転（720度）の±720度（4回転）になっている。しかし、上記した回転角センサからの出力信号のうち、中立位置検出用の前記1組のフォトインタラプタから出力があっても、それが4回転中の何回転目であるかは不明である。このため、回転角センサからの出力信号だけではハンドルの正確な絶対舵角を検出することはできない。そのため回転角センサからの出力信号を使用し、絶対舵角を検出するためのいろいろな手段が用いられている。

更に最近では、ハンドルの絶対舵角の検出を行なう上でコストの低減が求められている。しかしながら、従来ではハンドルの絶対舵角の検出を目的として、上記したような複雑な構成の回転角センサに、さらにハンドルが何回転目かを検出する装置を設けなければならないという問題があった。

また、電動パワーステアリング装置の電動モータには、モータの回転を検出する装置としてレゾルバが設けられており、ハンドルの操舵トルクを検出する装置としてトルクセンサが設けられている。これらはいずれも回転角信号を出力しているので、コスト低減のためにこの信号を利用することが考えられる。しかし、電動モータのレゾルバ信号を使って絶対角度を検出しようとしても、レゾルバのロータが電気角1周期以内でどの位置にあるかしか分からないため、ハンドルの絶対舵角を特定することは困難であった。

また、トルクセンサのレゾルバは、ハンドルに連結された入力軸と出力軸の間に設けられたトーションバーの捩れを検出するものであり、トルクセンサのレゾルバもまたハンドルの1回転につき複数の信号が出力

されるため、ハンドルの絶対舵角を特定することは困難であった。従って、これら電動モータとトルクセンサのレゾルバから出力された信号を単独に使用してもハンドルの絶対舵角を検出することはできなかった。

そこで、例えば特願 2001-268388 号公報（以下、従来例と称す）に記載されているハンドルの絶対舵角検出方法がある。このハンドルの絶対舵角検出方法によれば、ハンドルの操舵トルクを検出するトルク検出用の第 1 の検出手段により、ハンドルの回転角に応じて第 1 検出信号がリニアに出力される。また、ハンドルの回転に応じて駆動されて、同ハンドルの回転をアシストするモータの回転を検出する第 2 の検出手段により、第 1 の検出手段とは異なる周期を有する第 2 の検出信号がリニアに出力される。そして、演算手段により第 1 及び第 2 の検出信号の偏差と、ハンドルの 1 回転当たりにおける両検出信号の基準偏差に基づいてハンドルの絶対舵角が演算される。

しかしながら、上記従来例にあっては、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差やハンドルと電動モータを連結するギアのガタ及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等が考慮されていないので、ハンドルの絶対舵角を正確に検出できないという未解決の課題があった。

そこで、本発明は、上記従来例の未解決の課題に着目してなされたものであり、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差やハンドルと電動モータを連結するギアのガタ及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等があっても正確に絶対舵角を検出できる電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置及び絶対舵角検出方法を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

上記目的を達成するため、請求項 1 記載の電動パワーステアリング装

置の絶対舵角検出装置では、ステアリングホイールと、前記ステアリングホイールの回転をアシストするモータと、前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第1検出信号をリニア出力するトルク検出用の第1の検出手段と、前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号をリニア出力する第2の検出手段と、前記第1及び第2検出信号と前記ステアリングホイールの回転数より、前記モータの回転数を演算する第1の演算手段と、前記第1の演算手段により求められた前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択する第1の選択手段と、前記第1の選択手段により求められた前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する第2の選択手段と、前記第2の選択手段により求められた前記ステアリングホイールの回転数と前記第1検出信号により絶対舵角を演算する第2の演算手段とを備えたことを技術的特徴とする。

請求項1の発明によれば、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルク検出用の第1の検出手段により、前記ステアリングホイールの回転に応じて第1検出信号がリニア出力される。また、同ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出する第2の検出手段により前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号がリニア出力される。そして、前記第1及び第2検出信号と前記ステアリングホイールの回転数の全ての可能性に対して、前記モータの回転数が演算される。そして、演算された前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択し、前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する。そして、前記ステアリングホイールの回転数と前記第1検出信号により絶

対舵角が演算される。従って、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差やハンドルと電動モータを連結するギアのガタ及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等があっても正確な電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置を提供することができる。

また、上記目的を達成するため、請求項 2 記載の電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置では、前記第 1 及び第 2 の検出手段は、それぞれレゾルバにて構成されていることを技術的特徴とする。

請求項 2 の発明によれば、トルク検出用のレゾルバとモータの回転検出用のレゾルバからそれぞれ出力される第 1 及び第 2 検出信号によりステアリングホイールの絶対舵角検出が実現される。従って、絶対舵角  $\theta$  を検出するために、必要であるトルク検出用のレゾルバとモータの回転検出用のレゾルバは、操舵トルクを検出するためのレゾルバとモータ回転角を検出するためのモータレゾルバを絶対舵角検出装置として兼用しているため、従来と異なり、別途回転角センサを設ける必要がなく、コストの低減を図ることができ、好適に絶対舵角  $\theta$  を検出できる。

また、上記目的を達成するため、請求項 3 記載の電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置では、前記第 1 の検出手段は、前記ステアリングホイールが 1 回転する間は同一の値を取らない少なくとも 2 個以上のレゾルバにて構成されていることを技術的特徴とする。

請求項 3 の発明によれば、ステアリングホイールが連結された第 1 回転軸に第 1 レゾルバが用いられ、第 1 回転軸とトーションバーを介して連結された第 2 回転軸の回転角を検出するための第 2 レゾルバが用いられ、ステアリングホイールが 1 回転する間は、第 1 レゾルバと第 2 レゾルバが同じ値をとらないように構成されているため、第 1 及び第 2 レゾルバの演算結果から出力される第 1 検出信号に基づいてステアリングホイールの 1 回転中の絶対舵角検出が実現される。従って、絶対舵角  $\theta$  を

検出するために、必要である第 1 レゾルバと第 2 レゾルバとモータレゾルバは、操舵トルクを検出するための第 1 レゾルバと第 2 レゾルバとモータ回転角を検出するためのモータレゾルバを絶対舵角検出装置として兼用しているため、従来と異なり、別途回転角センサを設ける必要がなく、コストの低減を図ることができ、好適に絶対舵角  $\theta$  を検出できる。

また、上記目的を達成するため、請求項 4 記載の電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置では、前記第 1 の選択手段は、整数値に一番近い数値を選択することを技術的特徴とする。

請求項 4 記載の発明によれば、ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの全ての回転数を検出し、その中で整数値に一番近い回転数を選択しているので、正しいステアリングホイールの回転数を選択することができる。

また、上記目的を達成するため、請求項 5 記載の電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置では、前記第 2 の演算手段は、前記第 2 の選択手段で選択した前記ステアリングホイールの回転数に 360 を掛けた値に、前記第 1 検出信号を加算する加算手段により、絶対舵角を検出することを技術的特徴とする。

請求項 5 記載の発明によれば、正しいステアリングホイールの回転数に 360 をかけた値に、第 1 検出信号を加算することでステアリングホイールの絶対舵角検出が実現される。

また、上記目的を達成するため、請求項 6 記載の電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出方法では、ステアリングホイールと、前記ステアリングホイールの回転をアシストするモータと、前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第 1 検出信号をリニア出力するトルク検出用の第 1 の検出ステップと、前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動さ



れて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第 1 検出信号とは異なる周期を有する第 2 検出信号をリニア出力する第 2 の検出ステップと、前記第 1 及び第 2 検出信号と前記ステアリングホイールの回転数より、前記モータの回転数を演算する第 1 の演算ステップと、前記第 1 の演算ステップにより求められた前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択する第 1 の選択ステップと、前記第 1 の選択ステップにより求められた前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する第 2 の選択ステップと、前記第 2 の選択ステップにより求められた前記ステアリングホイールの回転数と前記第 1 検出信号により絶対舵角を演算する第 2 の演算ステップとを備えたことを技術的特徴とする。

請求項 6 記載の発明によれば、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルク検出用の第 1 の検出ステップにより、前記ステアリングホイールの回転に応じて第 1 検出信号がリニア出力される。また、同ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出する第 2 の検出ステップにより前記第 1 検出信号とは異なる周期を有する第 2 検出信号がリニア出力される。そして、前記第 1 及び第 2 検出信号と前記ステアリングホイールの回転数の全ての可能性に対して、前記モータの回転数が演算される。そして、演算された前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択し、前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する。そして、前記ステアリングホイールの回転数と前記第 1 検出信号により絶対舵角が演算される。従って、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差やハンドルと電動モータを連結するギアのガタ及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等があっても正確な電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出方法を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

第 1 図は、電動パワーステアリング装置の構成図を示し、第 2 図は、トルクセンサを備えた部位を示し、第 3 図は、第 1 レゾルバを示し、第 4 図は、第 1 レゾルバの巻き線図を示し、第 5 図は、絶対舵角検出装置の電氣的構成を示すブロック図であり、第 6 図は、電動パワーステアリング装置における電動モータを備えた部位を示し、第 7 図は、トルクセンサのレゾルバの出力波形を示し、第 8 図は、ハンドル 1 回転とモータレゾルバの出力波形を示し、第 9 図は、トルクセンサによる操舵角とモータレゾルバの出力波形を示し、第 10 図は、絶対舵角演算のフローチャートを示す。

## 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を電動パワーステアリング装置におけるハンドルの絶対回転角度（以下、絶対舵角という）を検出するための絶対舵角検出装置及び絶対舵角検出方法を具体化した一実施形態を図 1 ～ 図 10 に従って説明する。

図 1 に電動パワーステアリング装置 11 を示す。中空円筒状の第 1 ラックハウジング 12 と中空円筒状の第 2 ラックハウジング 13 と、前記両ラックハウジングに同軸的に結合された中空円筒状のモータハウジング 14 とが、図示しない車両のボディに第 1 ラックハウジング 12 に形成された取り付け部 15 を介してネジ止めにより支持されている。

第 1 ラックハウジング 12 には、ピニオンシャフト 16 を有するピニオンハウジング 17 が結合されている。ピニオンシャフト 16 は、ハンドル 18 側から延びるステアリングシャフト 18a に連結されており、ハンドル 18 が回転操作されることによりピニオンシャフト 16 も連動

して回転する。

図 2 に示すように、ピニオンシャフト 16 は、ベアリング 19 a、19 b を介して、ピニオンハウジング 17 に対して回転自在に支持されている。ピニオンシャフト 16 は、入力軸 16 a と出力軸 16 b とから構成されており、出力軸 16 b の先端側には、ピニオンギア 16 c が設けられている。

前記入力軸 16 a 及び出力軸 16 b 内には、トーションバー 20 が内装されており、両軸 16 a、16 b は、トーションバー 20 を介して一体回転可能に連結されている。トーションバー 20 における入力軸側端部は、入力軸 16 a に対してピン 21 で結合されており、トーションバー 20 の出力軸側端部は、出力軸 16 b に対してスプライン結合されている。また、このトーションバー 20 は、入力軸 16 a と出力軸 16 b とが互いに相対回転した際に、捻り方向の弾性を生じるようになっている。そして、前記入力軸 16 a が第 1 回転軸に、出力軸 16 b が第 2 回転軸に相当し、ピニオンシャフト 16 が第 1 回転軸及び第 2 回転軸が同軸となるように連結された機構に相当する。

前記入力軸 16 a 及び出力軸 16 b の外周側には、トルクセンサ 22 が設けられている。トルクセンサ 22 は、第 1 レゾルバ 23 及び第 2 レゾルバ 24 を備えている。

図 3 に示すように、第 1 レゾルバ 23 は、第 1 ～第 4 ヨーク 51 ～54 と第 1 ～第 4 コイル 55 ～58 とから構成されている。第 1 ヨーク 51 はピニオンハウジング 17 の内周に沿って環状に形成されており、当該ピニオンハウジング 17 に固定されている。そして、第 1 ヨーク 51 の内周部には第 1 コイル 55 が巻き回されている。また、前記第 1 ヨーク 51 と対向するように、入力軸 16 a の外周には、環状の第 2 ヨーク 52 が入力軸 16 a に一体回転可能に固定されている。そして同第 2 ヨ

ーク 5 2 の外周部には、第 2 コイル 5 6 が巻き回されている。

さらに、前記入力軸 1 6 a には、その外周上に第 3 ヨーク 5 3 が一体回転可能に固定されており、この第 3 ヨーク 5 3 の周囲には、第 3 コイル 5 7 が巻き回されている。この第 3 コイル 5 7 は前記第 2 コイル 5 6 に接続されている。そして、前記第 3 ヨーク 5 3 と対向するように、ピニオンハウジング 1 7 の内周には、第 4 ヨーク 5 4 が固定されており、同第 4 ヨーク 5 4 には第 4 コイル 5 8 が巻き回されている。第 3 コイル 5 7 および第 4 コイル 5 8 は、位相を 90 度ずらした 2 種類のコイルから構成されている。

次に、第 2 レゾルバ 2 4 について説明する。なお、その詳細については上記した第 1 レゾルバ 2 3 とほぼ同様であるため、第 1 レゾルバ 2 3 のヨーク 5 1 ～ 5 4 及びコイル 5 5 ～ 5 8 と同一符号を用い、異なるところのみを説明する。

第 2 レゾルバ 2 4 は、第 1 ～ 第 4 ヨーク 5 1 ～ 5 4 と第 1 ～ 第 4 コイル 5 5 ～ 5 8 とから構成されており、ピニオンハウジング 1 7 に設けられているが、第 2、第 3 ヨーク 5 2、5 3 及び第 2、第 3 コイル 5 6、5 7 は、出力軸 1 6 b に設けられている。その他の構成については、第 1 レゾルバ 2 3 と同様である。

次に、第 1 レゾルバ 2 3 と第 2 レゾルバ 2 4 とハンドル 1 回転について、電気的特性を図 7 に基づいて説明する。本実施例では、第 1 レゾルバ 2 3 の出力  $\theta_{t1}$  は (B) - (1) で示されるように、ハンドル 1 回転につき 5 つのピーク点を有している。これは電気的には 5 つの N 極、S 極を有しており、機械角  $360^\circ$  に対して、電機角  $360^\circ \times 5 = 1800^\circ$  に当たる。これは電気角  $360^\circ$  のレゾルバより 5 倍の分解能を有していることを意味する。

また、第 2 レゾルバ 2 4 の出力  $\theta_{t2}$  は (B) - (2) で示されるよ

うに、ハンドル 1 回転につき 6 つのピーク点を有している。これは電氣的には 6 つの N 極、S 極を有しており、機械角  $360^\circ$  に対して、電機角  $360^\circ \times 6 = 2160^\circ$  に当たる。これは電機角  $360^\circ$  のレゾルバより 6 倍の分解能を有していることを意味する。

(B) - (1) および (B) - (2) からわかるように、第 1 レゾルバ 23 の出力  $\theta_t 1$  と第 2 レゾルバ 24 の出力  $\theta_t 2$  は同じハンドル回転角において、同じ値となることはない。そのため、第 1 レゾルバ 23 の出力  $\theta_t 1$  と第 2 レゾルバ 24 の出力  $\theta_t 2$  を使用して、ハンドル 1 回転に高分解能の出力信号  $\theta_t$  を生成することができる。

次に、第 1 及び第 2 レゾルバ 23、24 に基づいたトルク検出について説明する。ハンドル 18 が操舵され、入力軸 16a が回転角  $\theta_1$  で回転した場合に、図 4 に示すように、第 1 コイル 55 に交流電圧  $E_1$  を加えると、その電圧に応じて第 1 ヨーク 51 及び第 2 ヨーク 52 に磁束が発生する。そして、そのときの磁束変化に応じて第 2 コイル 56 には交流電圧が誘起される。第 2 コイル 56 は第 3 コイル 57 に接続しているため、当該第 3 コイル 57 にも交流電圧が発生する。そして、当該第 3 コイル 57 に発生した交流電圧によって、第 4 コイル 58 には交流電圧が誘起されて、交流電圧  $E_2$ 、 $E_3$  が出力される。このとき、2 種類のコイルから構成された第 4 コイル 58 からは、位相の異なる 2 種類の交流電圧  $E_2$ 、 $E_3$  が出力され、これらは次の式 (a) 及び式 (b) の関係を満たす。

$$E_2 = K \cdot E_1 \times \cos \theta \cdots (a)$$

$$E_3 = K \cdot E_1 \times \sin \theta \cdots (b)$$

なお、 $K$  は変圧比を示す。このとき、上記式 (a) 及び式 (b) から  $\theta$  を算出することができ、この角度  $\theta$  が入力軸 16a の回転角  $\theta_1$  となる。

一方、入力軸 16 a が回転すると、トーションバー 20 を介して連結された出力軸 16 b も回転する。そして、出力軸 16 b 側に設けられた第 2 レゾルバ 24 から前記式 (a) 及び式 (b) に基づいて、出力軸 16 b の回転角  $\theta_2$  も算出される。

ここで、入力軸 16 a と出力軸 16 b の回転に際して、トーションバー 20 の捻れにより、入力軸 16 a と出力軸 16 b の間で相対回転角度差  $\Delta\theta$  ( $=\theta_1 - \theta_2$ ) が生じる。その結果、このトーションバー 20 の捻れ角度である相対回転角度差  $\Delta\theta$  とトーションバー 20 の剛性とから操舵トルクは算出される。

そして、この操舵トルクに応じて操舵力をアシストするための公知のアシスト制御が行なわれ、後述する電動モータ 39 によって、操舵力はアシストされ、好適にハンドル 18 の操舵が可能になる。

図 1 及び図 5 に示すように、前記第 1 ラックハウジング 12 と第 2 ラックハウジング 13 とモータハウジング 14 とから構成された筒状体内には、回転不能かつ軸線方向に移動可能にラックシャフト 27 が内蔵されている。ラックシャフト 27 の両端部には図示しないタイロッドを介して左右の前輪が連結されている。そのラックシャフト 27 には、図 2 に示すように、ピニオンシャフト 16 のピニオンギア 16 c と噛合する噛み合い部 27 b が形成され、ラックアンドピニオン機構を形成している。

図 6 に示すように、前記モータハウジング 14 の内周には巻線が施されたステータ 29 が嵌合され、ラックシャフト 27 の軸線方向の中間部には中空円筒状にモータシャフト 28 が同軸的にラックシャフト 27 の外側に遊嵌されている。

モータシャフト 28 は、第 1 及び第 2 ベアリング 30, 31 を介してモータハウジング 14 に支持されており、前記モータシャフト 28 には

永久磁石 37 が外設して固定されている。

モータシャフト 28 内にはボールネジナット 36 が同軸的に内嵌されており、同ボールネジナット 36 の内周面には螺旋状のボールネジ溝 36a が設けられている。また、ラックシャフト 27 の外周面には軸線方向の所定範囲に螺旋状のボールネジ溝 27a が設けられており、ボールネジ溝 27a とボールネジ溝 36a との間には、図示しない多数のボールが転動可能に受容されている。そして、両ボールネジ溝 27a、36a 等から構成されるボールネジ機構により、モータシャフト 28 の正逆回転の回転トルクをラックシャフト 27 の軸線方向における往復動に変換する。その後、この往復動はラックアンドピニオン機構をなすピニオンシャフト 16 を介してハンドル 18 の操舵力を軽減するアシスト力となる。そして、上記したモータシャフト 28、ステータ 29 等により、モータとしての電動モータ 39 が構成され、この電動モータ 39 は、前記ハンドル 18 の回転に応じて駆動される。

モータシャフト 28 の外周側には、モータ回転角センサとしてのモータレゾルバ 41 が設けられている。モータレゾルバ 41 の詳細については、図 3 及び図 4 に示す第 1 レゾルバ 23 とほぼ同様であるため、第 1 レゾルバ 23 のヨーク 51～54 及びコイル 55～58 と同一符号を用いる。そして、異なるところのみを説明する。

即ち、モータレゾルバ 41 は、第 1～第 4 ヨーク 51～54 と第 1～第 4 コイル 55～58 とから構成されており、第 1、第 4 ヨーク 51、54 及び第 1、第 4 コイル 55、58 は、モータハウジング 14 に設けられており、第 2、第 3 ヨーク 52、53 及び第 2、第 3 コイル 56、57 は、モータシャフト 28 に設けられている。その他の構成については、第 1 レゾルバ 23 と同様である。

ここで、モータシャフト 28 の回転角（以下、モータ回転角という）

の検出について説明する。モータシャフト 28 がある回転角で回転した場合に、第 1 コイル 55 に交流電圧 E1 を印加すると、その電圧に応じて第 1 ヨーク 51 に磁束が発生し、その磁束が第 2 ヨーク 52 に伝わる。その磁束が第 2 コイル 56 を鎖交することにより、交流電圧が誘起される。このとき、第 2 コイル 56 に誘起された交流電圧が接続された第 3 コイル 57 にも発生する。この第 3 コイル 57 に発生した交流電圧に基づいて、第 4 コイル 58 に交流電圧が誘起され、交流電圧 E2、E3 が出力される。そして、印加された交流電圧 E1 と出力された交流電圧 E2、E3 とから、前述した式 (a) 及び式 (b) によりモータ回転角は算出される。このようにして検出されたモータ回転角は、電動パワーステアリング装置 11 における様々な制御に用いられる。

次に、上記のように構成された電動パワーステアリング装置におけるハンドル 18 の絶対舵角検出装置について説明する。図 5 に示すように、トルクセンサ 22 を構成した第 1 及び第 2 レゾルバ 23、24 と、モータ回転角を検出するモータレゾルバ 41 は演算手段としての ECU (電子制御装置) 43 に電氣的に接続されている。そして、本実施形態では、前記第 1 及び第 2 レゾルバ 23、24、モータレゾルバ 41、及び ECU 43 から絶対舵角検出装置が構成されている。前記第 1 及び第 2 レゾルバ 23、24 からは、ピニオンシャフト 16 の出力軸 16b の回転角に応じてリニア出力された検出信号  $\theta_{t1}$ 、 $\theta_{t2}$  が、ECU 43 に入力されるようになっている。また、モータレゾルバ 41 からは、モータシャフト 28 の回転角に応じてリニア出力された検出信号  $\theta_m$  が ECU 43 に入力されるようになっている。前記各検出信号  $\theta_{t1}$ 、 $\theta_{t2}$ 、 $\theta_m$  は、第 1 レゾルバ 23、第 2 レゾルバ 24 及びモータレゾルバ 41 を構成する第 4 コイル 58 から出力される交流電圧 (E2 または E3) に相当し、本実施形態では、各レゾルバ 23、24、41 の第 4 コイル



58を構成する2つのコイルのうち共に交流電圧E2を出力するコイルからの出力を示す。なお、交流電圧E2を出力するコイルに換えて交流電圧E3を出力するコイルからの出力をそれぞれ用いてもよい。

そして、ECU43は入力された検出信号 $\theta_{t1}$ 、 $\theta_{t2}$ 、 $\theta_m$ に基づいて、ハンドル18の絶対舵角を検出するようになっている。なお、本実施形態において、絶対舵角とは、中立位置から何度離れているかを示すものであり、中立位置とは、車両が直進するように前輪が配置された際のハンドル18の位置である。

次に、ECU43において、絶対舵角検出を行なうための演算式について説明する。本実施例では、ハンドル18は $\pm 2.0$ 回転( $\pm 720^\circ$ )の範囲内で回転するものとして説明する。+は、中立位置から時計回り方向への回転を示し、-は中立位置から反時計回り方向への回転を示す。

トルクセンサのレゾルバ出力における検出信号 $\theta_t$ の周期 $T_t$ は $T_t = 1$ 周期とされている。図7(A)に示すようにハンドル1回転で1周期出力される。また、図8(B)に示すように電動モータ39(モータシャフト28)の1回転に対するモータレゾルバ41からの検出信号 $\theta_m$ の周期 $T_{m1}$ は、 $T_{m1} = 7$ 周期となるように構成されている。

一方、ハンドル18が1回転する間におけるラックシャフト27の移動距離は $S_{mm}$ としている。また、ラックシャフト27及びモータシャフト28におけるボールネジ機構27a、36aの1回転分のリードをLとすると、ラックシャフト27が $S_{mm}$ 移動する間に、モータシャフト28は $S/L$ 回転することになり、図8(A)で示すように、本実施例では8.2回転することになる。従って、ハンドル18(ピニオンシャフト16)の1回転に対するモータレゾルバ41からの検出信号 $\theta_m$ の周期 $T_{m2}$ は、図8(B)で示すように、 $T_{m2} = 57.4 (= T_{m1} \times 8.2 = 7 \times 8.2)$ 周期となる。

本実施例をハンドル 18、トルクセンサによる操舵角 ( $\theta_t$ )、モータレゾルバの出力 ( $\theta_m$ ) から見てみると図 9 のようになる。ハンドルは左右に最大 2 回転する。(A) はトルクセンサによる操舵角  $\theta_t$  を示し、ハンドル 1 回転につき 1 周期の出力となる。これが第 1 検出信号である。(B) はそのときのモータレゾルバの出力  $\theta_m$  を示す。これが第 2 検出信号である。

ここで具体的に、トルクセンサによる操舵角度を  $\theta_t$ 、モータ回転角による電気角を  $\theta_m$  として、それぞれの絶対舵角を式であらわしてみる。まず

$$\text{トルクセンサによる絶対舵角} = \theta_t + 360 \cdot A \quad \text{式(1)}$$

ここで A は整数で -2、-1、0、1 をとる。

$$\text{モータ回転角による絶対舵角} = (\theta_m + 360 \cdot B) / 57.4 \quad \text{式(2)}$$

ここで B は理論的には、ハンドルと電動モータを連結する機械系のガタや電動モータおよびトルクセンサのレゾルバの電気角絶対精度誤差等がない場合には、整数値となり、-126 ~ 125 の値をとる。

式(1)と式(2)は等しいので、

$$\theta_t + 360 \cdot A = (\theta_m + 360 \cdot B) / 57.4$$

となる。よって

$$B = (57.4 \cdot (\theta_t + 360 \cdot A) - \theta_m) / 360 \quad \text{式(3)}$$

とあらわされる。

この式(1)、(3)を使用して具体的に絶対舵角の検出方法を図 10 のフローチャートに従って説明する。このフローチャートは、定期的な割り込みにより起動する。まず、S900において、トルクセンサによる操舵角  $\theta_t$  を読み込む。これが第 1 の検出手段である。具体的な数値として、 $\theta_t = 39.5^\circ$  とする。次に、S902に進み、モータ回

転角  $\theta_m$ を読み込む。これが第2の検出手段である。同じく  $\theta_m = 284^\circ$  とする。

次に、S904に進み、ハンドルの回転数N（始めに左回転）をAに代入する。具体的な数値として  $N = 2$  として、左2回転のため  $A = -2$  とする。

次に、S906に進み、ループを回すカウンタCTRを1にセットする。次に、S908に進み、 $\theta_t = 39.5^\circ$ 、 $\theta_m = 284^\circ$ 、 $A = -2$ を式(3)に代入して、モータ回転数Bを求める。これが第1の演算手段である。

$$B = \{57.4 \cdot (39.5 + 360 \cdot (-2)) - 284\} / 360 \\ = -109.291$$

この具体的な結果に表わされているように、モータ回転数Bを求める計算式には、ハンドルと電動モータを連結する機械系のガタや電動モータおよびトルクセンサのレゾルバの電気角絶対精度誤差等を含んでいるので、理論的に示した整数値ではなく、小数点を含んだ数値となっている。

次に、S910に進み、Bの値をメモリに記憶する。次に、S912に進み、Aの値を同じくメモリに記憶する。次に、S914に進み、Aの値を1インクリメントする。次に、S916に進み、CTRの値も1インクリメントする。次に、S918に進み、AがNより大きいかが判定する。今回の場合はAが2より大きいかが判定する。今回は大きくないためS908へ戻る。

S908では、 $\theta_t = 39.5^\circ$ 、 $\theta_m = 284^\circ$ 、 $A = -1$ を式(3)に代入して、モータ回転数Bを求める。

$$B = \{57.4 \cdot (39.5 + 360 \cdot (-1)) - 284\} / 360 \\ = -51.891$$

次に、S 9 1 0に進み、Bの値をメモリに記憶する。次に、S 9 1 2に進み、Aの値を同じくメモリに記憶する。次に、S 9 1 4に進み、Aの値を1インクリメントする。次に、S 9 1 6に進み、CTRの値も1インクリメントする。次にS 9 1 8に進み、Aが2より大きいかが判定する。今回も大きくないためS 9 0 8へ戻る。

S 9 0 8では、 $\theta_t = 39.5^\circ$ 、 $\theta_m = 284^\circ$ 、 $A = 0$ を式(3)に代入して、モータ回転数Bを求める。

$$B = \{57.4 \cdot (39.5 + 360 \cdot 0) - 284\} / 360 \\ = 5.509$$

次に、S 9 1 0に進み、Bの値をメモリに記憶する。次に、S 9 1 2に進み、Aの値を同じくメモリに記憶する。次に、S 9 1 4に進み、Aの値を1インクリメントする。次に、S 9 1 6に進み、CTRの値も1インクリメントする。次に、S 9 1 8に進み、Aが2より大きいかが判定する。今回も大きくないためS 9 0 8へ戻る。

S 9 0 8では、 $\theta_t = 39.5^\circ$ 、 $\theta = 284^\circ$ 、 $A = 1$ を式(3)に代入して、モータ回転数Bを求める。

$$B = \{57.4 \cdot (39.5 + 360 \cdot 1) - 284\} / 360 \\ = 62.909$$

次に、S 9 1 0に進み、Bの値をメモリに記憶する。次に、S 9 1 2に進み、Aの値を同じくメモリに記憶する。次に、S 9 1 4に進み、Aの値を1インクリメントする。次に、S 9 1 6に進み、CTRの値も1インクリメントする。次に、S 9 1 8に進み、Aが2より大きいかが判定する。今回は $A = 2$ となっており、判定はYESなのでS 9 2 0へ進む。

S 9 2 0では、全てのBの値のうち誤差が最も小さい値であるBを選ぶ。今回は $B = 62.909$ が該当する。これが第1の選択手段である。そしてその時のAの値を求める。今回は $B = 62.909$ としたAはA

= 1 である。これが第 2 の選択手段である。次に、S 9 2 2 に進み、 $\theta_t$ 、A の値を式 (1) に代入し、絶対舵角を求める。今回は  $\theta_t = 39.5^\circ$ 、 $A = 1$  を代入する。

$$\begin{aligned}\text{絶対舵角} &= 39.5 + 360 \cdot 1 \\ &= 399.5^\circ\end{aligned}$$

と求められる。これが第 2 の演算手段である。

課題で記述した、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差や、ハンドルと電動モータを連結するギアのガタ、及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等は上記演算の中で小数点以下に含まれて記述されている。具体的には誤差  $E_r$  は  $E_r = 63 - 62.909 = 0.091$  である。

上記したような方法で、ハンドル 18 の絶対舵角  $\theta$  を検出することができる。これにより、公知の電動パワーアシスト制御、ハンドル戻り制御等を好適に行なうことができる。従って、上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

より好適な実施形態としては、第 2 レゾルバ 24 の出力とモータレゾルバ 41 の出力にて上記演算を行うことにより、トーションバー 20 の捻じれ誤差が排除でき、より正確に演算を行うことができる。

上記実施形態では、ハンドル 18 の回転により発生する操舵トルクを検出するためのトルクセンサ 22 の第 1 レゾルバ 23 と第 2 レゾルバ 24 及びハンドル 18 の回転に応じて駆動される電動モータ 39 のモータ回転角を検出するためのモータレゾルバ 41 と各レゾルバ 23、24、41 から出力される検出信号を演算処理する ECU 43 とで、絶対舵角検出装置を構成した。そして ECU 43 では、各レゾルバ 23、24、41 から出力される検出信号を使用してモータ回転角を演算し、まず演算した全てのモータ回転角のうち整数値に一番近いモータ回転角を選択

し、次に、そのモータ回転角を与えたステアリングホイールの回転数を選択して、選択したステアリングホイールの回転数と第1検出信号とにより、絶対舵角 $\theta$ を検出した。従って、絶対舵角 $\theta$ を検出するために、必要である第1レゾルバ23と第2レゾルバ24とモータレゾルバ41は、操舵トルクを検出するための第1レゾルバ23と第2レゾルバ24とモータ回転角を検出するためのモータレゾルバ41を絶対舵角検出装置として兼用しているため、従来と異なり、別途回転角センサを設ける必要がなく、コストの低減を図ることができ、好適に絶対舵角 $\theta$ を検出できる。

上記実施形態では、トルクセンサ22の第1レゾルバ23と第2レゾルバ24とモータレゾルバ41の両方を利用して、絶対舵角検出装置を構成した。例えば、モータレゾルバ41のみを使用して、ハンドル18の絶対舵角検出を行なうことを想定すると、ECU43はこの検出信号だけではロータたるモータシャフト28が検出信号にて形成される波形の一周期以内でどの位置にあるかしか判断できない。このため、ハンドル18の絶対舵角 $\theta$ を特定することは困難である。また、トルクセンサ22の第2レゾルバ24からの検出信号のみを用いて、ハンドル18の回転角の検出は可能であるが、ECU43は、中立位置の特定、及び検出信号の波形の山が中立位置から何番目のものであるかは、判定できない。

これに対して、トルクセンサ22の第1レゾルバ23と第2レゾルバ24とモータレゾルバ41の両方を用いて、ハンドル18の絶対舵角検出を行なった本実施形態においては、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差やハンドルと電動モータを連結するギアのガタ及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等があっても正確な電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置及び絶対舵角検出方法を提供することがで

きる。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明にかかる電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置及び絶対舵角検出方法は、トルクセンサのレゾルバの舵角精度誤差やハンドルと電動モータを連結するギアのガタ及び電動モータのレゾルバの電気角絶対精度誤差等があっても正確に絶対舵角を検出できるものとして有用であり、特に、ハンドルの回転により発生する操舵トルクを検出するためのトルクセンサのレゾルバ、及びハンドルの回転に応じて駆動される電動モータのモータ回転角を検出するためのモータレゾルバと各レゾルバから出力される検出信号を演算処理するECUを備えた電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置及び絶対舵角検出方法に用いるのに適している。

## 請 求 の 範 囲

## 1. ステアリングホイールと、

前記ステアリングホイールの回転をアシストするモータと、

前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、  
前記ステアリングホイールの回転角に応じて第1検出信号をリニア出力  
するトルク検出用の第1の検出手段と、

前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリン  
グホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第1検出  
信号とは異なる周期を有する第2検出信号をリニア出力する第2の検出  
手段と、

前記第1及び第2検出信号と前記ステアリングホイールの回転数より、  
前記モータの回転数を演算する第1の演算手段と、

前記第1の演算手段により求められた前記モータの回転数のうち適切  
な回転数を選択する第1の選択手段と、

前記第1の選択手段により求められた前記適切な回転数に対応する前  
記ステアリングホイールの回転数を選択する第2の選択手段と、

前記第2の選択手段により求められた前記ステアリングホイールの回  
転数と前記第1検出信号により絶対舵角を演算する第2の演算手段と、

を備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置の絶対舵角検  
出装置。

2. 前記第1及び第2の検出手段は、それぞれレゾルバにて構成されて  
いることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリン  
グ装置の絶対舵角検出装置。

3. 前記第1の検出手段は、前記ステアリングホイールが1回転する間  
は、同一の値を取らない少なくとも2個以上のレゾルバにて構成されて



いることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置。

4. 前記第1の選択手段は、整数値に一番近い数値を選択することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置。

5. 前記第2の演算手段は、前記第2の選択手段で選択した前記ステアリングホイールの回転数に360を掛けた値に、前記第1検出信号を加算する加算手段により、絶対舵角を検出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出装置。

6. ステアリングホイールと、

前記ステアリングホイールの回転をアシストするモータと、

前記ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第1検出信号をリニア出力するトルク検出用の第1の検出ステップと、

前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号をリニア出力する第2の検出ステップと、

前記第1及び第2検出信号と前記ステアリングホイールの回転数より、前記モータの回転数を演算する第1の演算ステップと、

前記第1の演算ステップにより求められた前記モータの回転数のうち適切な回転数を選択する第1の選択ステップと、

前記第1の選択ステップにより求められた前記適切な回転数に対応する前記ステアリングホイールの回転数を選択する第2の選択ステップと、

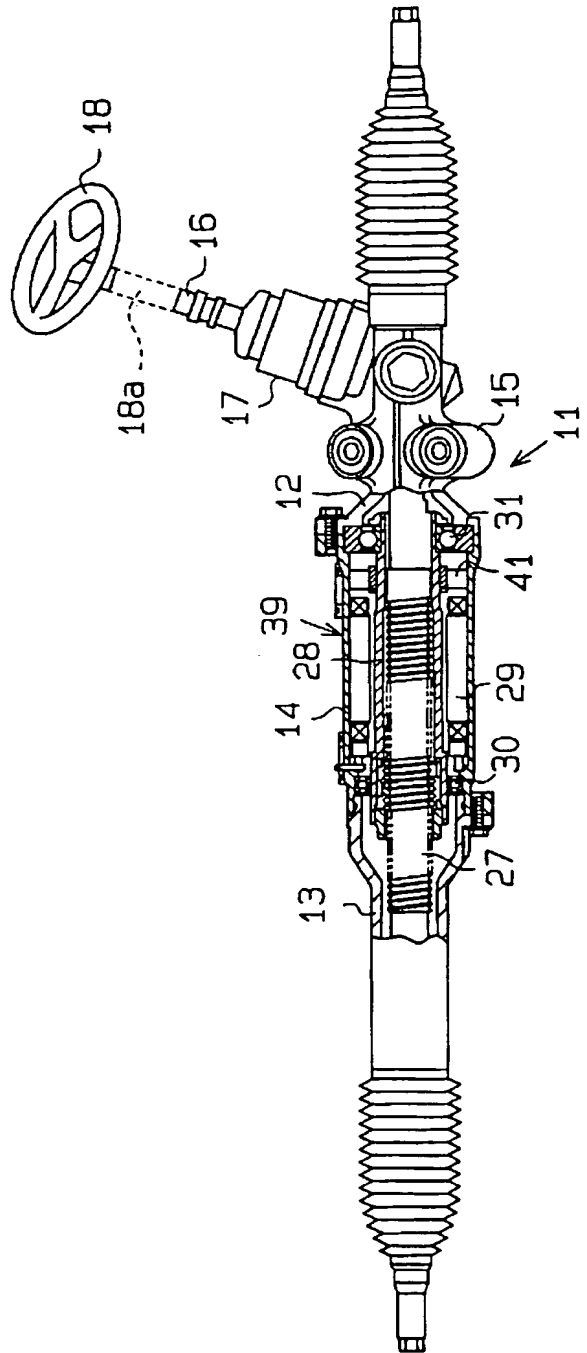
前記第2の選択ステップにより求められた前記ステアリングホイールの回転数と前記第1検出信号により絶対舵角を演算する第2の演算ステ

ップと、

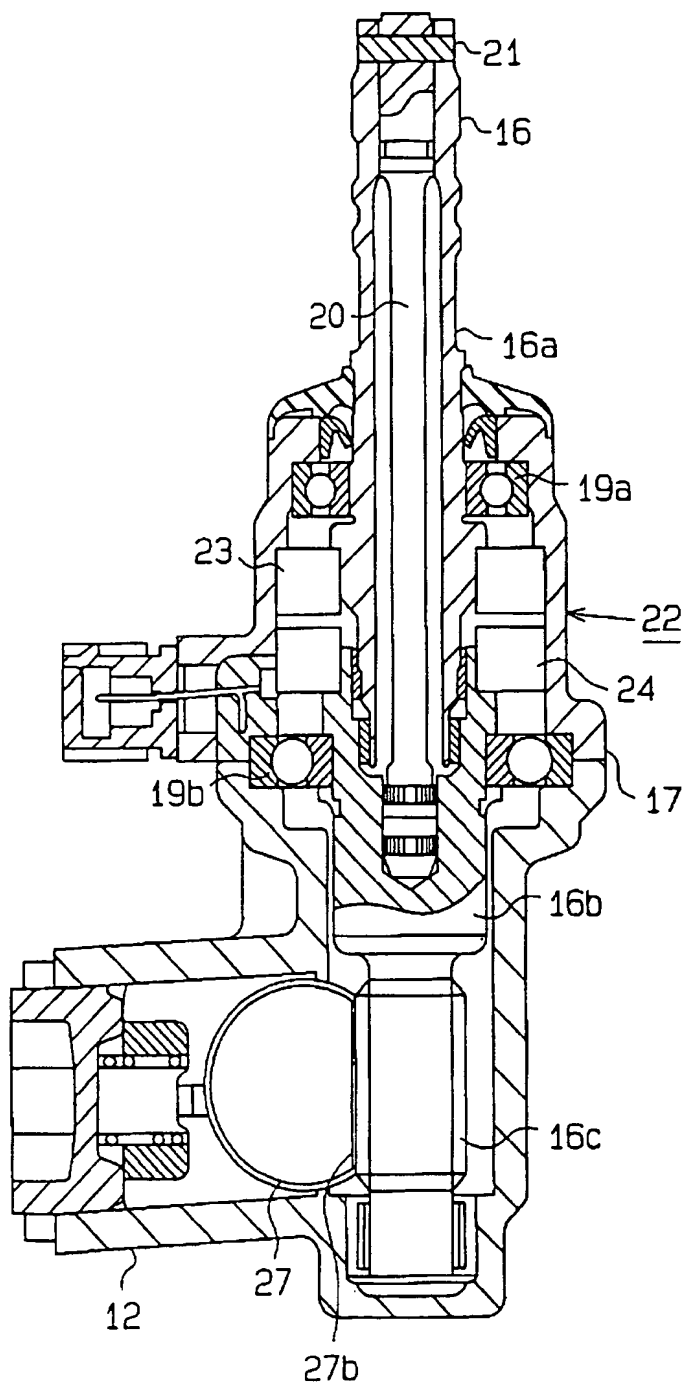
を備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置の絶対舵角検出方法。

1/8

第1図

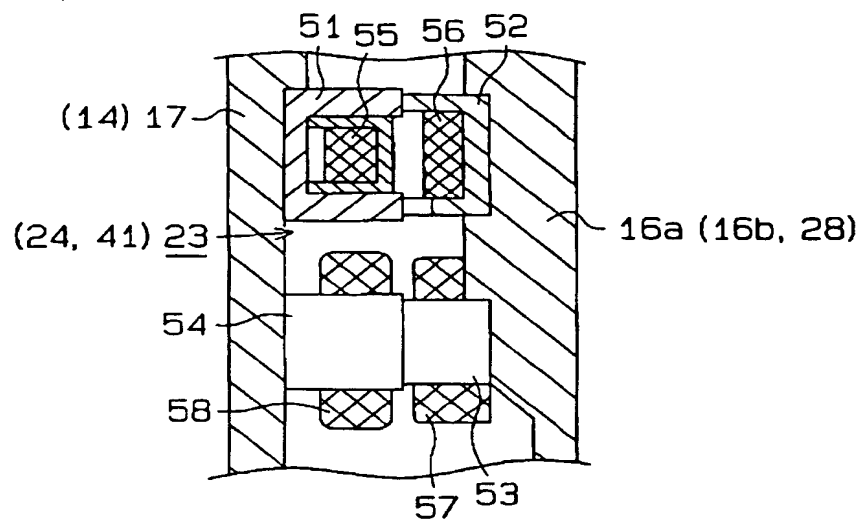


第2図

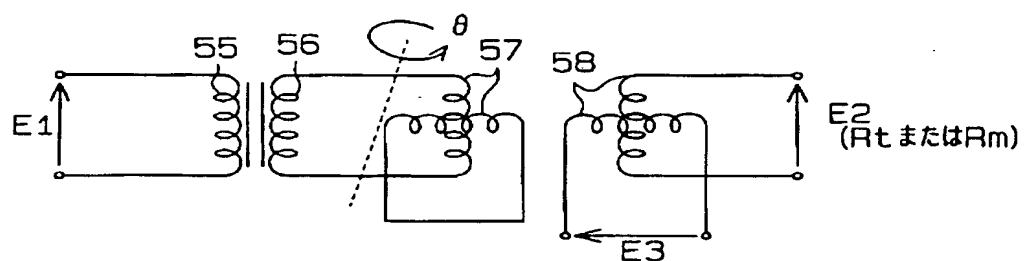


3/8

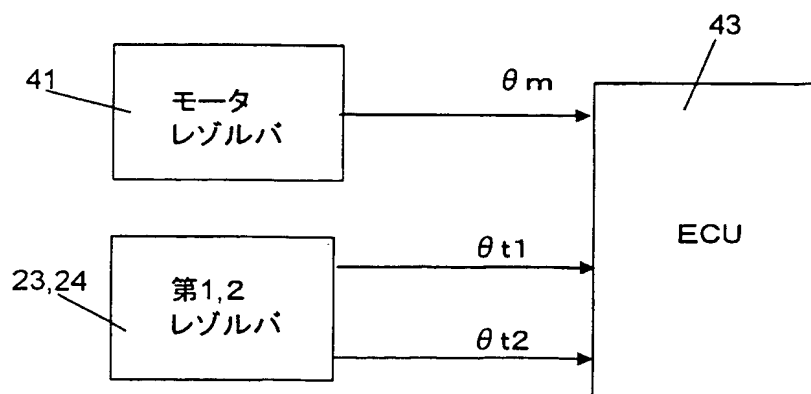
第3図



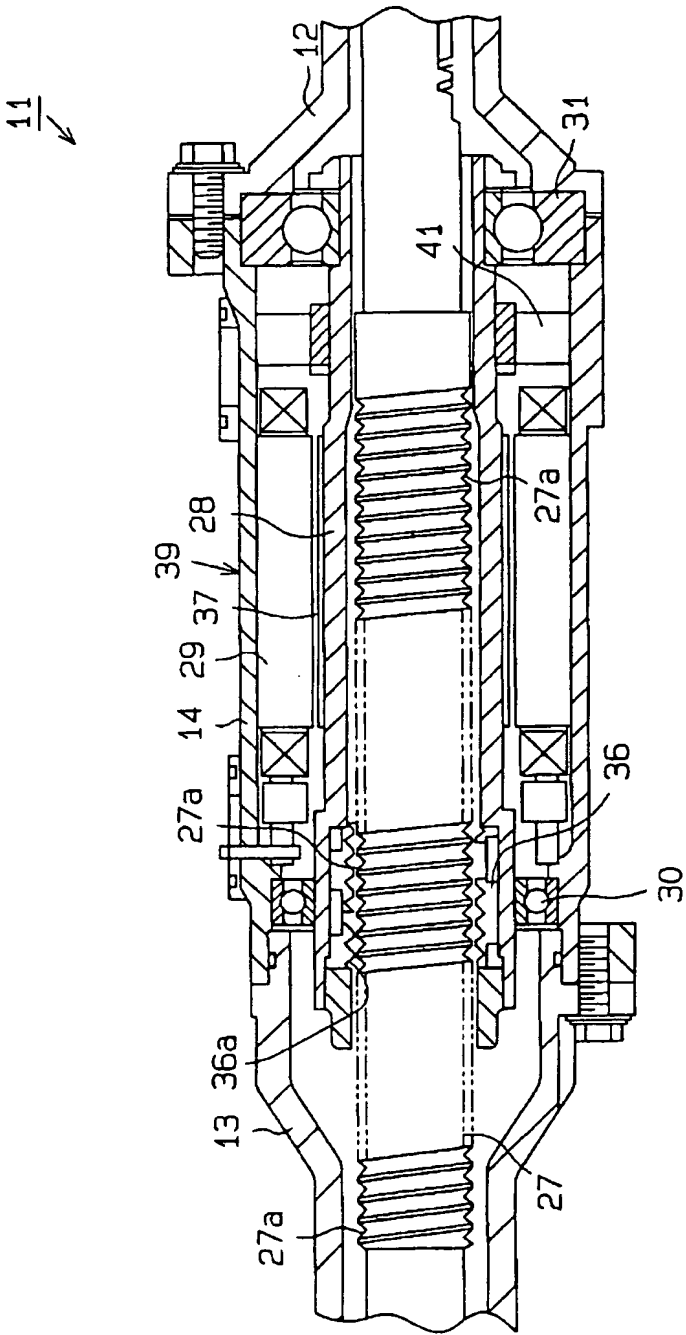
第4図



第5図

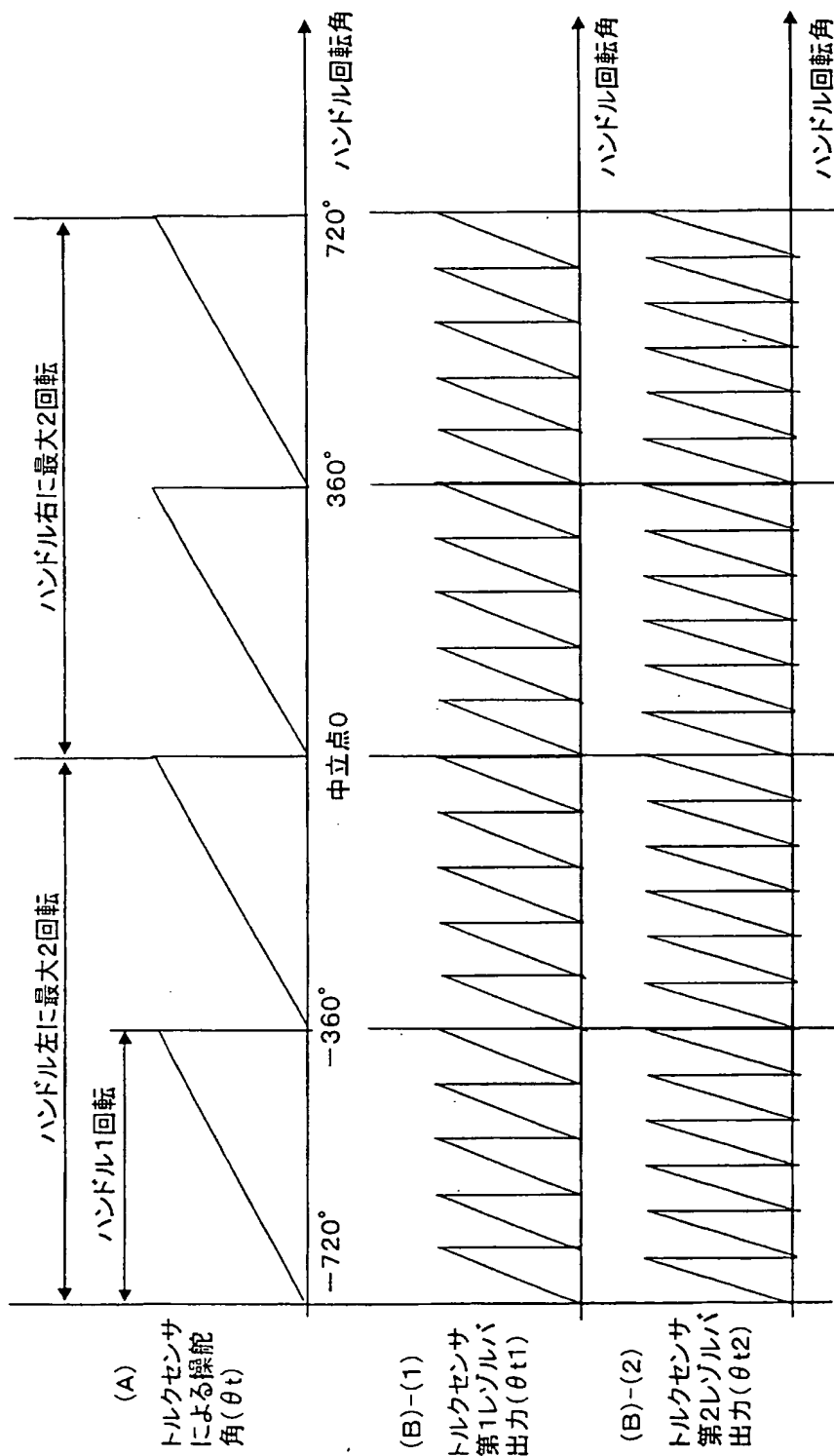


第6図

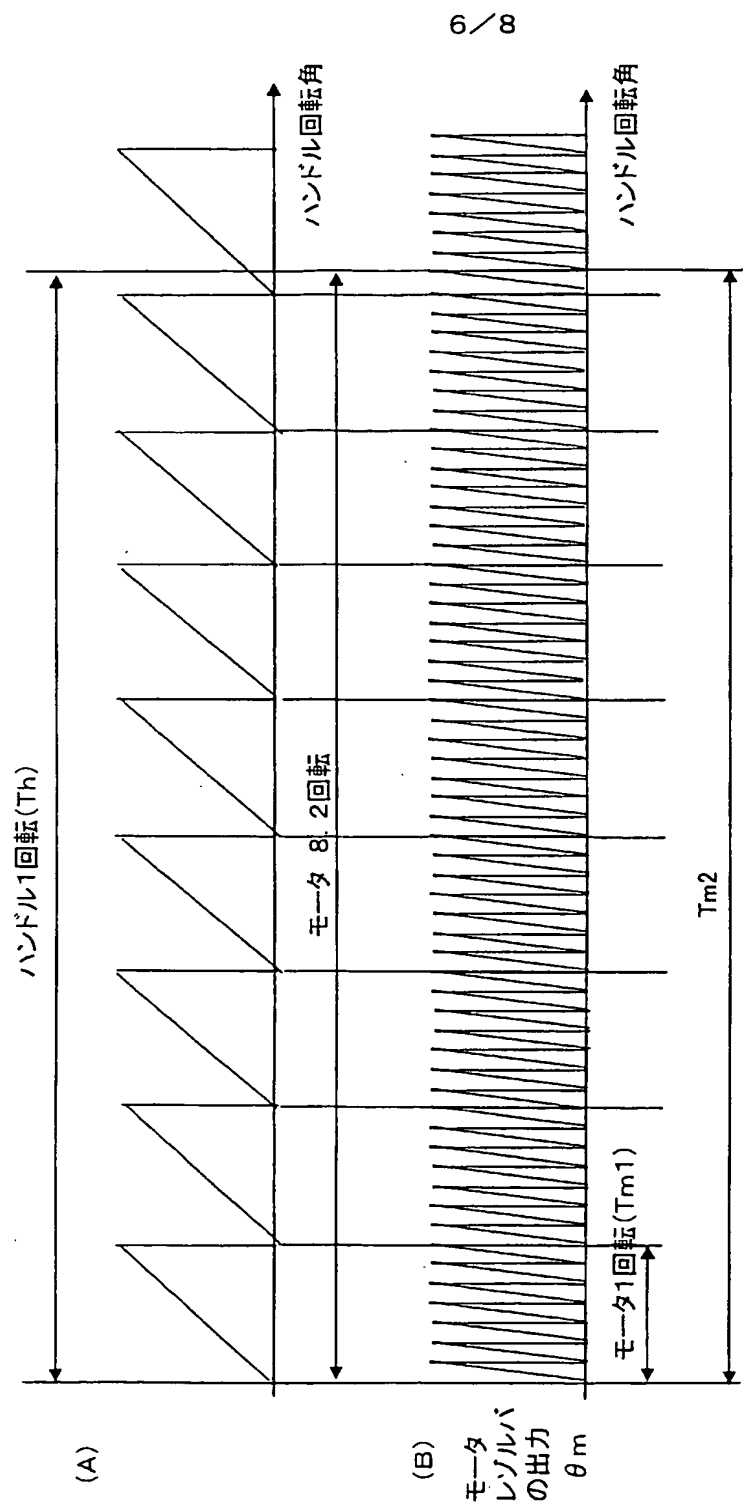


5/8

第7図

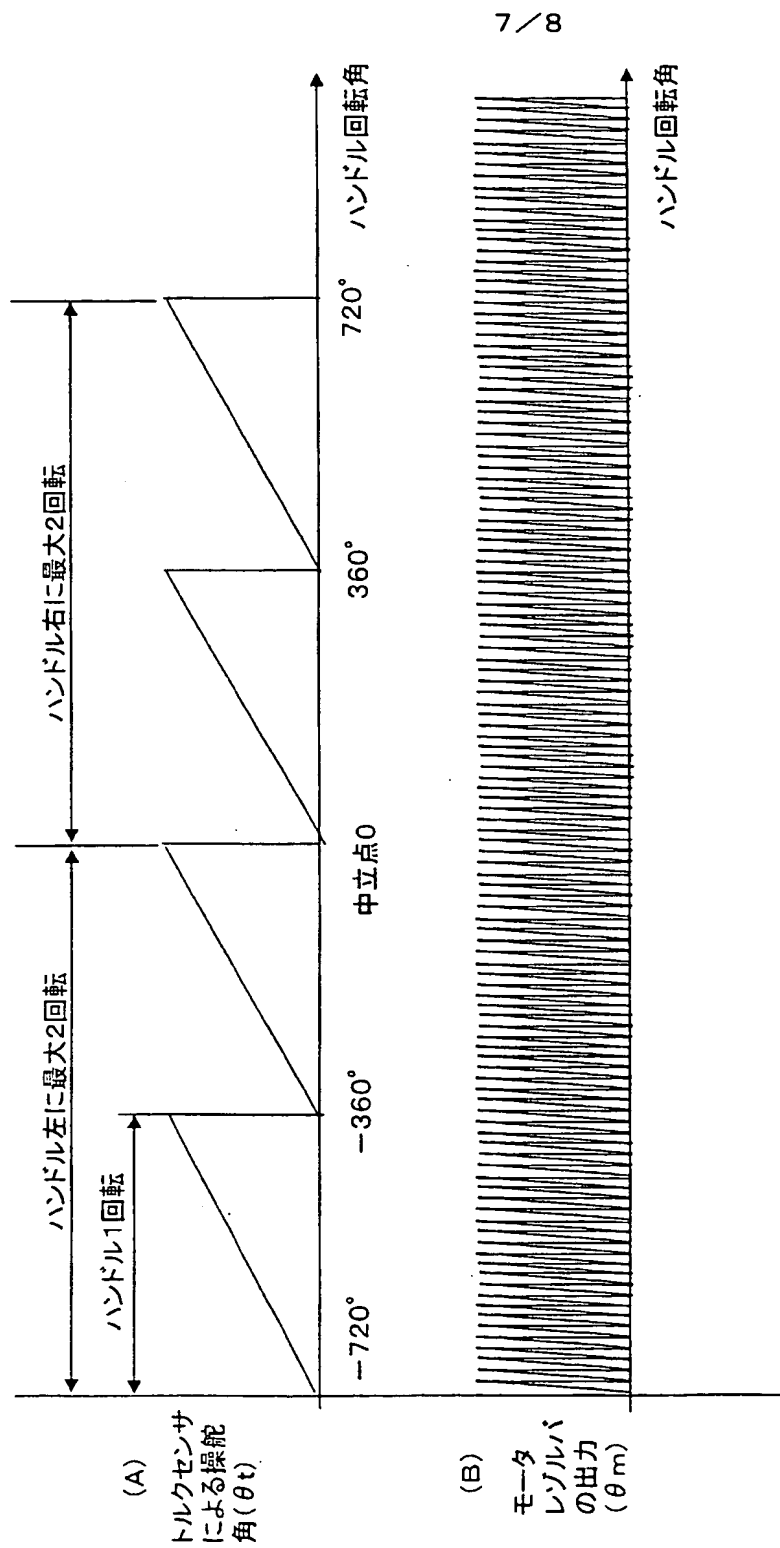


第8図

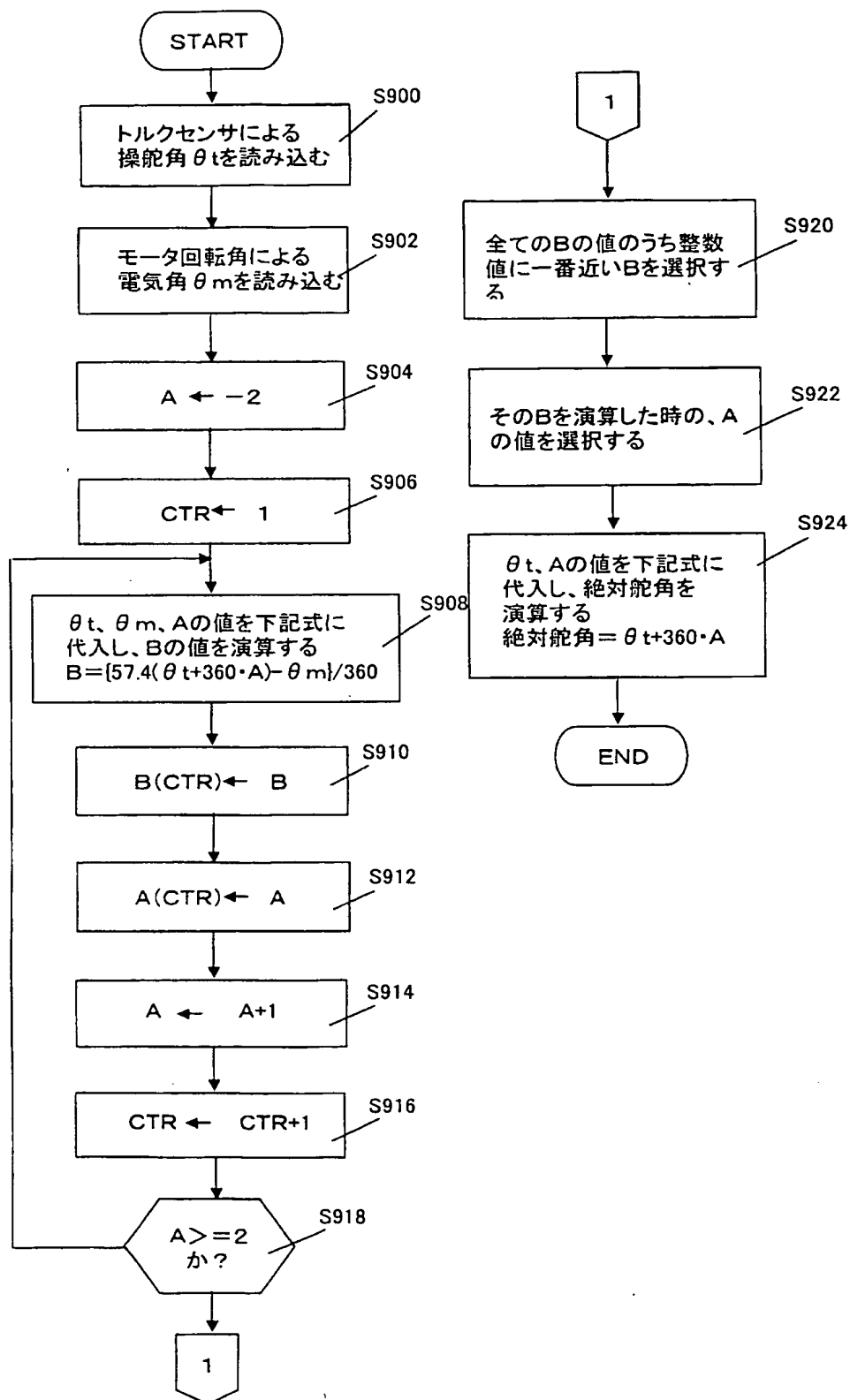




第9図



第10図



C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2001-194251 A (多摩川精機株式会社) 2001. 07. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	J P 2002-90109 A (光洋精工株式会社) 2002. 03. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO3/08511

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G 0 1 B 7 / 3 0, G 0 1 L 3 / 1 0, B 6 2 D 5 / 0 4

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G 0 1 B 7 / 3 0, G 0 1 L 3 / 1 0, B 6 2 D 5 / 0 4, G 0 1 D 5 / 2 4 5

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP 1026068 A2 (TRW LUCAS VARIETY ELECTRIC STEERING LIMITED) 2000.02.03, 全文, 全図 & JP 2000-296781 A & US 6354396 B1	1-6
A	JP 2002-81961 A (光洋精工株式会社) 2002.03.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.10.03

国際調査報告の発送日

21.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山下 雅人



2S

3100

電話番号 03-3581-1101 内線 3256

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08511

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-90109 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 27 March, 2002 (27.03.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08511

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01B7/30, G01L3/10, B62D5/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01B7/30, G01L3/10, B62D5/04, G01D5/245

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1026068 A2 (TRW LUCAS VARIETY ELECTRIC STEERING LTD.), 03 February, 2000 (03.02.00), Full text; all drawings & JP 2000-296781 A & US 6354396 B1	1-6
A	JP 2002-81961 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 22 March, 2002 (22.03.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2001-194251 A (Tamagawa Seiki Co., Ltd.), 19 July, 2001 (19.07.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06 October, 2003 (06.10.03)	Date of mailing of the international search report 21 October, 2003 (21.10.03)
--	---

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.